副反射鏡制御装置（ＳＣＵ）取扱説明書

2002 年 7 月 9 日版

目次

１．概要　　・・・・・・・・・・・・・１
２．構成　　・・・・・・・・・・・・・１
　２．１　ハードウェア
　２．２　ソフトウェア
３．機能　　・・・・・・・・・・・・・４
４．操作方法　・・・・・・・・・・・・・４
　４．１　SCU ソフトの起動
　４．２　静的制御
　４．３　動的制御
　４．４　終了
　４．５　トラブルシュート
５．動作説明　・・・・・・・・・・・・・６
６．SCU ソフト　・・・・・・・・・・・・７
　６．１ SCU ソフトの構造　　・・・・８
　６．２ SCU ソフトの動作　　・・・・９
　６．３ SCU ソフトの修正方法　・・・１２
７．系統図・配線図　　・・・・・・・１３
８．付属品　　・・・・・・・・・・・２０
９．カタログ品マニュアル・・・・・・・２０

１．概要

34m アンテナの AZ 室に設置してある副反射鏡制御装置(SCU：Sub-reflector Control Unit)は老朽化のため PC による新 SCU に更新した。

新 SCU のホスト名は cepheus(133.243.59.119)で、Win2000 PC 上で LabVIEW というソフトウェアと D/A、A/D ボード等により構成されている。また、VNC という遠隔操作ソフトにより観測室にある PC（ホスト名 rokubungi）からのリモート操作が可能である。

２．構成

SCU は以下のハードウェアとソフトウェアからなっている。SCU ソフトはナショナル・インスツルメンツ社の LabVIEW を使用して記述されている。また AZ 室にある SCU を観測室から操作する遠隔制御用にＶＮＣを使用している。詳細は本書の９．カタログ品マニュアルまたは各機器、ソフトウェアのマニュアルを参照のこと。

２．１　ハードウェア

ＳＣＵは以下のハードウェアから構成されている。主要部品は、ＰＣ、A/D ボード、D/A ボード、デジタル入出力リレー複合ボード、 Interface Converter、差動トランス用電源である。

(1) ＰＣ　ゲートウェイ GP6-400 ＯＳ：Windows 2000、CPU：Pentium II 400MHz, メモリ：128MB, HD:9.4GB (c:2GB, d:1.9GB, e:1GB)

ドライブ構成は、c:システム、ＶＮＣ、他のアプリ、d:他のアプリ、e:LabVIEW アプリ, SCU ソフトとなっている。

(2) A/D ボード　ＰＣＩ－３１３５　（株）インターフェース

１６ビット、差動 8ch

作動入力、アナログ回路用+15V 出力を使用、ジャンパーピン設定　ＪＰ９１ (48 ACOM, 50 +15V)

コネクタの刻印はピン番号ではない。必ずボードのマニュアルを参照すること。

(3) 接続ケーブル　ＣＡＢ－８６０１　（株）インターフェース

５０ピンハーフピッチバラ線、１ｍ

(4) D/A ボード　ＰＣＩ－３３４１A、（株）インターフェース

DA12 ビット、8ch

コネクタの刻印はピン番号ではない。必ずボードのマニュアルを参照すること。

(5) 接続ケーブル　ＣＡＢ－６８０１、（株）インターフェース

３４ピンフラットケーブルコネクタ、１ｍ

(6) デジタル入出力リレー複合ボード　ＰＣＩ－２７５８ＡＬ　（株）インターフェース

コネクタの刻印はピン番号ではない。必ずボードのマニュアルを参照すること。

(7) 接続ケーブル　ＣＡＢ－６９０１　（株）インターフェース

５０ピンフラットケーブルコネクタ、１ｍ

(8) Interface Converter　Superverter Model 285　Telebyte 社

RS-422/RS-485 to RS-232　変換器

(9) 接続箱(RS コンポーネンツ扱い)

DIN レール取付端子台　PTU-10	側板　PTU-10L2
記名板　AM-10	止め金具　HDV-1
DIN レール　DAV4-1000	端子台カバー　CA-34

(10) 差動トランス用電源　Calex CM2.15.200-115　三協インタナショナル（株）

2．2　ソフトウェア

SCU ソフトはナショナル・インスツルメンツ社の LabVIEW により CRL で作成した。自動制御には PID[1]（比例・積分・微分）制御が行える LabVIEW のアドオンソフト PID 制御ツールセットを使用している。

(1) SCU ソフト

LabVIEW によって記述されている副反射鏡制御ソフトである。

開発した SCU ソフトのバックアップは MO と kogitune にある。

ファイル名	機　能
active_control.vi	アクティブ制御
ad2.vi	A／Dボード制御
DA_board.vi	D／Aボード制御
get_position2.vi	副反射鏡位置取得
grobal.vi	共通変数
main.vi	主プログラム
over_ride.vi	リミット解除
PID 制御.vi	自動制御
位置計算.vi	副反射鏡位置計算

(2) LabVIEW　ナショナル・インスツルメンツ

開発システム（Windows 2000/NT/9x 用）日本語版バージョン 6i（6.0.2）

製品番号 776670M-0312

(3) PID 制御ツールセット　ナショナル・インスツルメンツ

LabVIEW（Windows 2000/NT/9x）用　製品番号 777874-03

(4) 拡張ボード用 LabVIEW ユーティリティ ソフト

（株）インターフェース社の拡張ボードを LabVIEW から使用するためのユーティリティソフトである。

ＢＰＣ－０５０１　AD ボード　ＰＣＩ－３１３５用

ＢＰＣ－０５０２　DA ボード　ＰＣＩ－３３４１A用

ＢＰＣ－０５０６　デジタル入出力リレー複合ボード　ＰＣＩ－２７５８ＡＬ用

上記ソフトはフロッピーディスクまたは(株)インターフェース社の Web サイトにある。

[1] PID: Proportional Integral Derivative

(5) VNC 遠隔操作ソフト

VNC(Virtual Network Computing)は AT&T ケンブリッジ研究所で開発されたシステムで、リモートマシンのデスクトップを手元のマシンから 使えるようにするフリーソフトである。

AT&T ケンブリッジ研究所は、以前は ORL (The Olivetti & Oracle Research Lab)であったが、1999 年 1 月に AT&T に買収されて名前が変わった。AT&T ケンブリッジ研究所は、2002 年 6 月 13 日に閉鎖された。しかし、web page は 引き続き残る。URL は、http://www.uk.research.att.com/vnc/index.html である。

3．機能

新ＳＣＵ (Subreflector Control Unit)に実装されている機能は以下の４つである。

(1) ＳＤＣ(Subreflector Drive Cabinet)のＯＮ－ＯＦＦ

(2) 副反射鏡の５軸（Ｘ、Ｙ、Ｚ１、Ｚ２、Ｚ３）の位置制御

(3) ５軸のリミット検出、駆動停止

(4) アンテナの仰角コマンドを読み取りＹ軸の動的制御

TIW 社オリジナルの SCU には SDC のドライブＯＮを検出する機能があったが、新 SCU では省略した。

4．操作方法

4．1　SCU ソフトの起動

(1) 観測室にある rokubungi のデスクトップにある SCUserver を起動

(2) rokubungi から遠隔操作で AZ 室にある cepheus のデスクトップにあるＳＣＵを起動（実体は e:¥labView¥正式版¥main.vi）

(3) labView の実行アイコンまたは操作－実行で SCU プログラムを起動

これで副反射鏡の現在値が表示されるようになる。図４．１に新ＳＣＵの操作画面を示す。Active SW、 START_CONTROL ボタン等の操作はマウスカーソルを合わせて左クリックすることで行える。

4．2　静的制御

(1) Active SW を OFF（下向き）にする

(2) コマンド値欄に値を入力（入力後はリターンまたは欄外をクリック）

(3) START_CONTROL ボタンでドライブ ON

現在のサブレフの位置欄の値が変化していることを確認する。

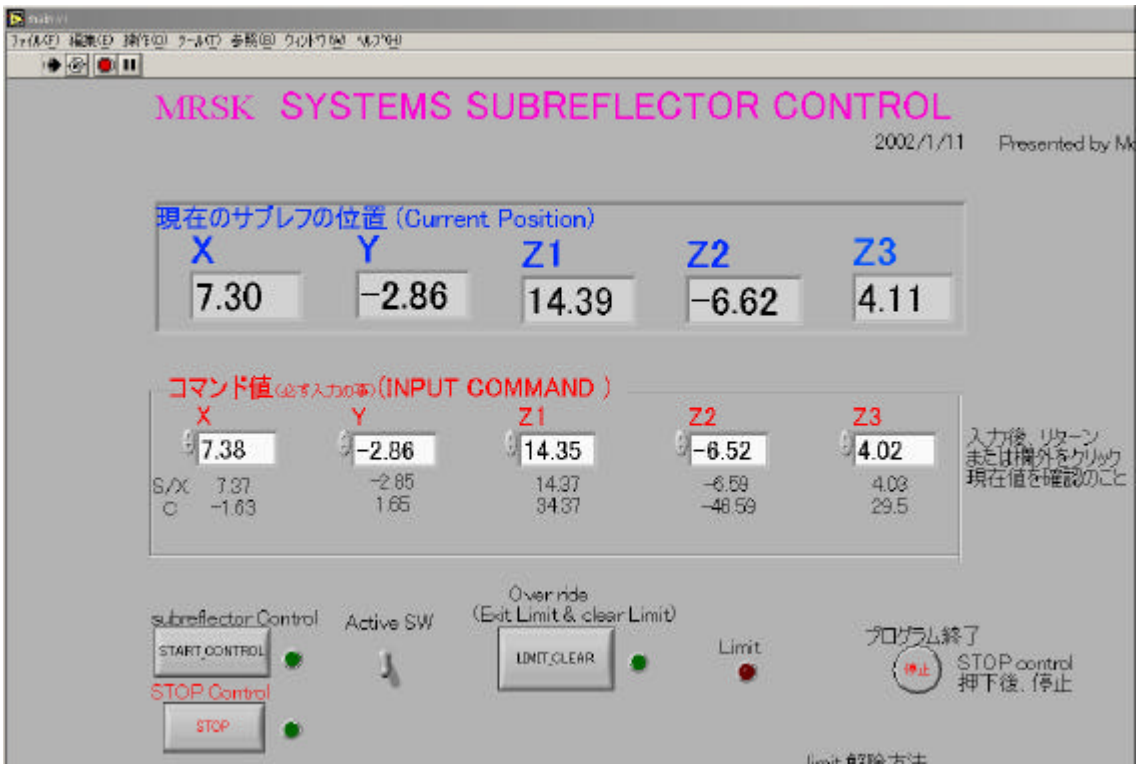


図４．１　新ＳＣＵの操作画面

４．３　動的制御

(1) Active SW を ON（上向き）、以下は静的制御と同様に操作

43GHz 帯では仰角の変化により副反射鏡位置の変位による受信効率の低下が大きいため動的制御を行うことが望ましい。

４．４　終了

STOP Control の STOP ボタンを押す。ドライブ OFF になる。

使用しないときはドライブ OFF にする。

４．５　トラブルシュート

(1) リミット突入時の処置方法

副反射鏡５軸機構の駆動範囲は±60mm である。±60mm 付近になるとリミットスイッチが動作して赤のリミットランプが点灯、駆動が停止する。その時は以下の limit 解除方法に従いリミット範囲外に戻す。同様のことがフロントパネルにも記述されている。

limit 解除方法

limit clear 押下（自動的に 5mm 内側に動く）

limit clear lamp 消灯後、リミット(+-60mm)以内のコマンド値を入力

start 押下(limit lamp 消灯)、stop 押下、start 押下

±60mm 付近以外でリミットランプが点灯した場合はリミット検出系の故障が考えられるので保守グループに連絡すること。

(2) 動作が異常な場合の対処法

プログラム終了後、再起動する。

ア）プログラムを終了するには赤字の丸い停止ボタンを押す。

イ）LabVIEW の実行アイコンまたはメニューから 操作－実行 で SCU プログラムを再起動する。

ウ）それでも異常な場合は、ファイル＞終了で LabVIEW を終了して再起動する。

変更を保存しますか？のメッセージが出た場合は、"すべて「いいえ」" をクリックする。

５．動作説明

副反射鏡の制御系統を図５．１に示す。SCU は cepheus というホスト名の Windows2000 機であり、LabVIEW というソフトウェアで SCU プログラムが製作されている。SCU に副反射鏡位

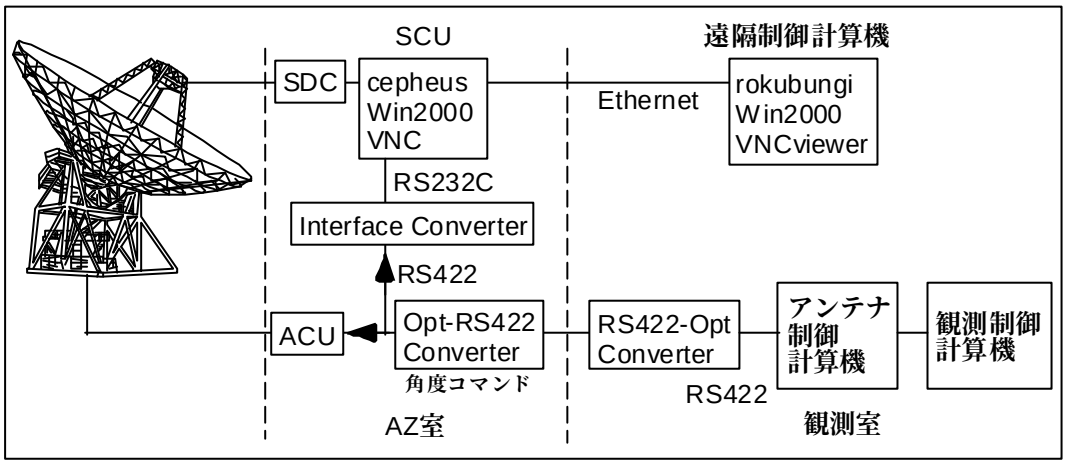


図５．１　副反射鏡制御系統図

置コマンドを入力して SDC (Subreflector Drive Cabinet) 経由で副反射鏡位置を制御できる。アンテナ制御計算機から ACU (Antenna Control Unit) に送出されている仰角コマンドを分岐して SCU に取得、仰角に応じて副反射鏡のＹ軸を動的に制御する機能も有している。仰角コマンドは RS422 信号のためインターフェイスコンバータで RS232C に変換して cepheus に取り込んでいる。

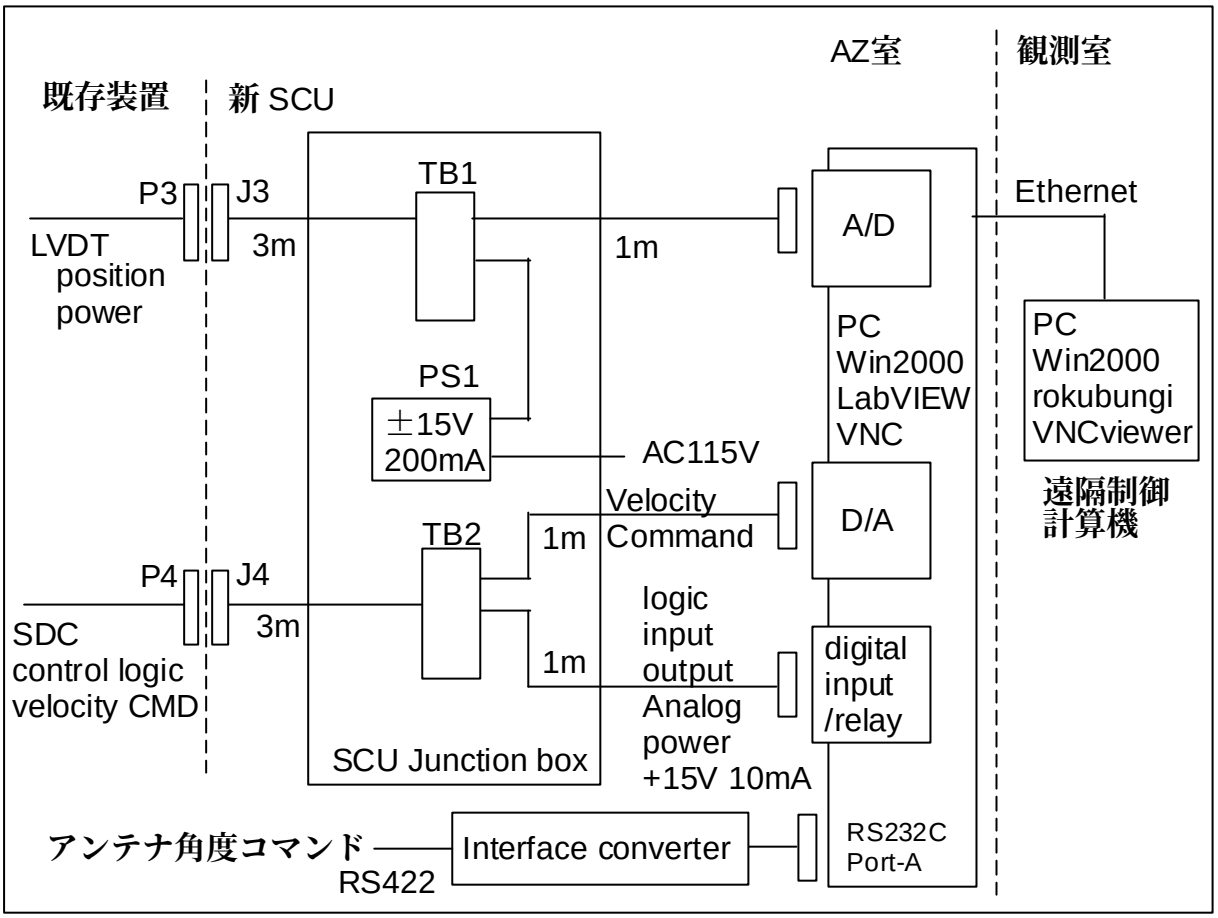


図５．２　SCU 系統図

SCU の系統図を図５．２に示す。左側の部分が既存のＬＶＤＴとＳＤＣからのケーブルである。中央が新ＳＣＵである。右側の部分はネットワーク経由で観測室からＳＣＵを制御する部分である。

SCU ジャンクションボックス内の基準電圧（ＰＳ１）をＴＢ１経由で LVDT に供給する。LVDT からの副反射鏡位置電圧はＰＣのＡ／Ｄボードで読み取っている。

副反射鏡位置を制御するための SDC ドライブ ON 信号と速度コマンド電圧はＰＣのデジタル入出力ボードおよびＤ／ＡボードからＴＢ２を経由して供給される。５軸の位置がリミットに突入すると SDC から SCU へアラームがＴＢ２経由で送出され、ＰＣの D/A ボードで受け取る。SCU はアラーム信号を受け取ると速度コマンドを０にするとともにドライブ OFF としてブレーキをかける。なお、SCU からリミットアラームの解除を行うことができ、副反射鏡位置を正常範囲内に戻すことができる。

６．SCU ソフト

SCU ソフトは National Instruments 社の LabVIEW で作成されている。LabVIEW はアイコンを使用してアプリケーションを作成するグラフィカルなプログラム言語であり複雑な機器制御プログラムを簡単に作成できるという特徴を有している。

LabVIEW プログラムは外観と動作状態がオシロスコープなどの実際の計測器に似ているため、バーチャルインスツルメンツ（仮想計測器）、すなわち VI と呼ばれる。

アドオンソフトウェアがあり、SCU ソフトでは PID（比例・積分・微分）の自動制御を行うために PID ツールセットを使用している。

LabVIEW の操作はアプリケーションに添付されている LabVIEW 入門等を参照のこと。

６．１　SCU ソフトの構造

SCU ソフトの階層図を図６．１に示す。メイン VI の中は大きく３つの VI からなっている。Get Position は副反射鏡の位置を検出する VI であり、OVER RIDE はリミット突入時の処理を行う VI であり、PID は副反射鏡位置の指示値と現在値を比較、制御する VI である。PID の中の Active Cont は副反射鏡の動的制御を行う VI であり、EL GET により 34m アンテナの仰角コマンドを読み取り副反射鏡の Y 軸をアンテナ仰角に応じて制御を行う。各 VI の中で共通に使用される値、例えば副反射鏡の位置、はグローバル変数として各 VI から参照するようにしている。詳しい階層構造は LabVIEW のメニューから 参照－VI 階層を表示 で参照できる。

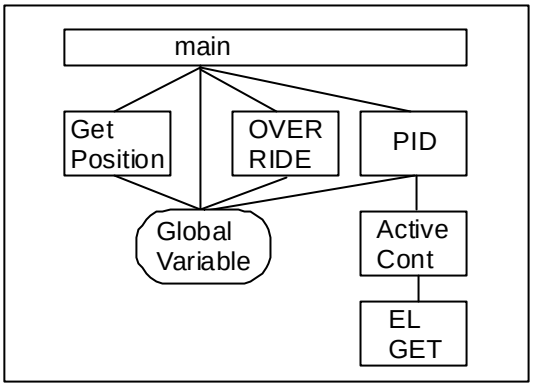


図６．１　SCU ソフトの階層図

LabVIEW　６ｉ版では割り込みが発生したときに呼び出されるイベントドリブン関数がないため、割り込み検出はループドリブンで行っている。例えばドライブ ON 検出はループ中で常にドライブ ON のボタンが押下されたかチェックを行っている。

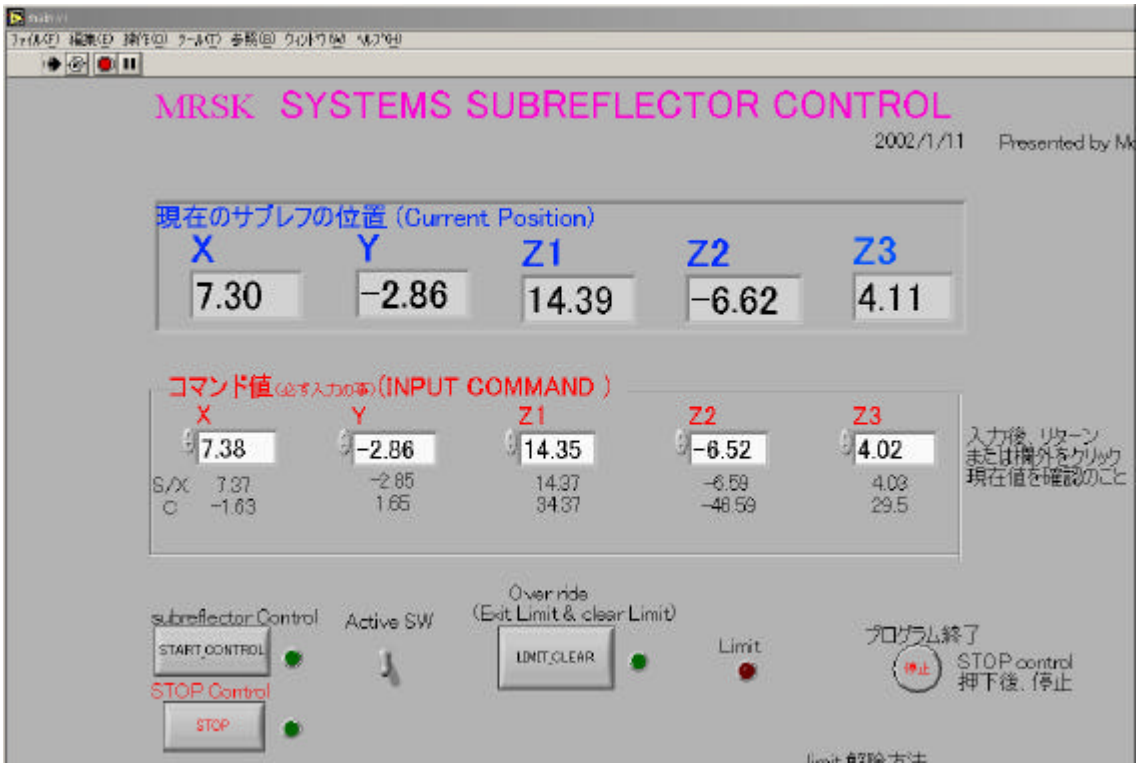


図６．２　新ＳＣＵのフロントパネル

６．２　SCU ソフトの動作

図６．２が SCU とユーザーとのインターフェースになる部分であり、副反射鏡の現在値、コマンド入力欄、START_CONTROL（ドライブ ON）、STOP Control（ドライブ OFF）などのボタンが配置されている。LabVIEW ではフロントパネルと呼ばれる。

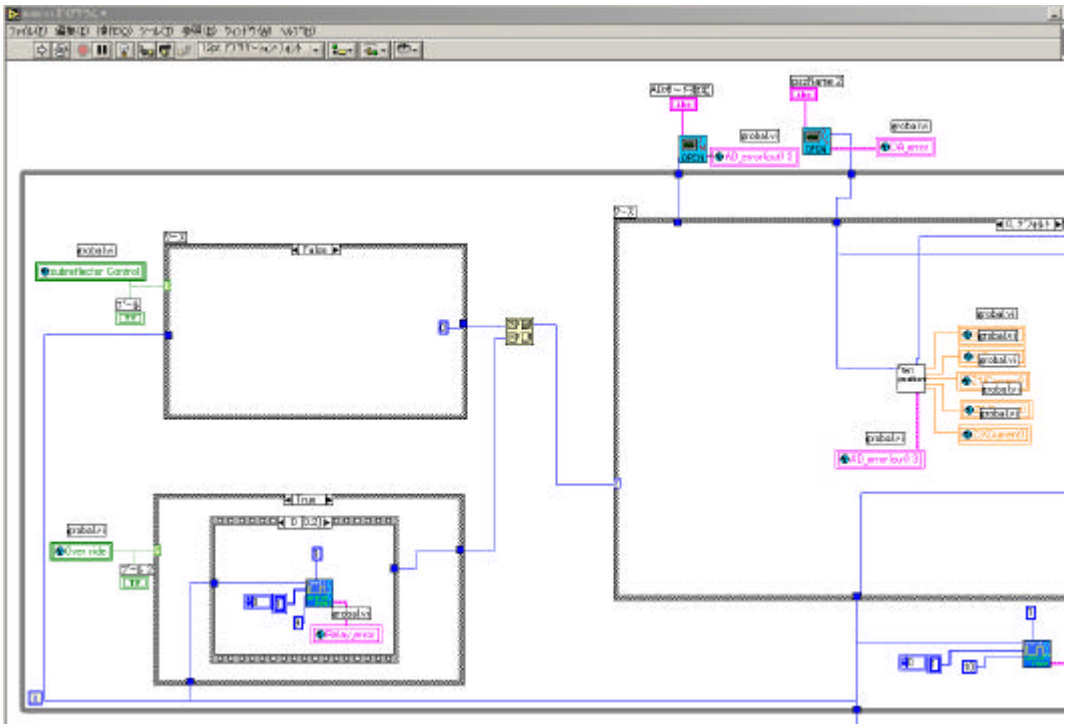


図６．３　ドライブ ON－OFF と副反射鏡位置の読み取り、位置制御の動作の一

LabVIEW ではフロントパネルに配置したオブジェクトを制御するにはグラフィカルに表現されたコードを追加する。このコードはブロックダイアグラムに含まれているが、図６．３にブロックダイアグラムの例を示す。この例ではドライブ ON－ＯＦＦと副反射鏡位置の読み取り、位置制御のブロックダイアグラムの部分を示している。この例に見られるようにブロックダイアグラムはフローチャートに似ている。

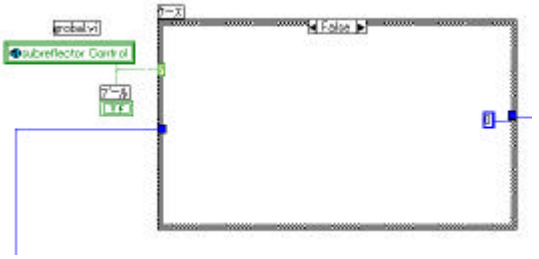


図６．４　ドライブ OFF の動作状態

プログラム実行により図６．３の最も外側のループが実行される。左上のループはドライブ ON の検出ループである。図６．３の左上の部分を拡大したものが図６．４である。このループはケースループでありドライブ OFF すなわち偽の場合、フラグ０を出力する。図６．３の右側のループもケースループでありフラグに０が入力された場合は、中央の小さな VI、Get Position、が動作して副反射鏡の各軸の位置を読み取り、グローバル変数に書き込んでいる。

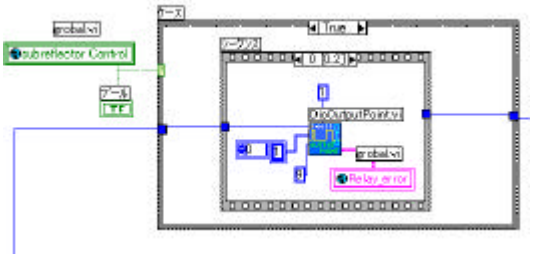


図６．５　シーケンス０の実行によりリレーが動作、ドライブ ON となる。

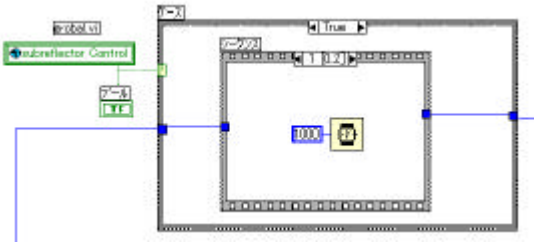


図６．６　1000 ミリ秒待機するシーケンス１

START_CONTROL のボタンが押され、ドライブ ON を指示されると図６．５のようにケースループの真が実行される。真の時は、シーケンスループが実行される。シーケンス０でドライブ ON のためのリレーを動作させる。

次に、図６．６のように 1000 ミリ秒待機するシーケンス１が実行される。ドライブキャビネット、副反射鏡５軸機構の機器が安定に動作するまでの待ち時間である。

そして､図６．７のようにシーケンス２が実行され、フラグ１を出力してシーケンスから抜ける。

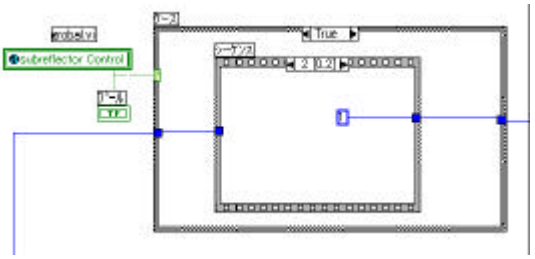


図６．７　シーケンス２が実行され、フラグ１を出力する

図６．８はドライブ ON の位置制御等を行うケースループである。ドライブ OFF のフラグ０が入力された場合は図６．８の状態のケース０が実行される。中央の小さなアイコンが Get Position の VI で副反射鏡の５軸の位置を読み取りグローバル変数に書き込んでいる。

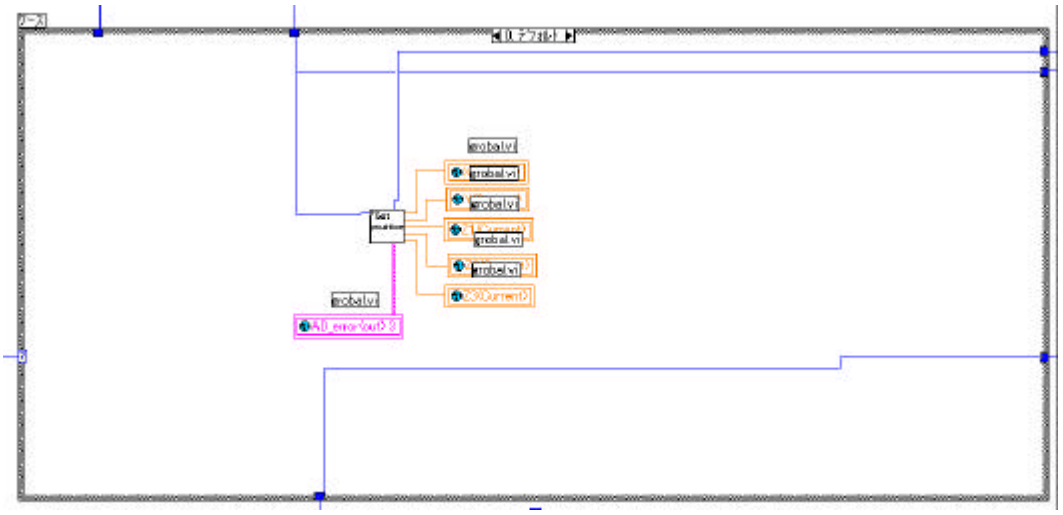


図６．８　ドライブＯＦＦの状態、Get Position で５軸の位置を読み取る。

ドライブ ON のフラグ１が入力された場合は図６．９のようにケース１が実行される。
ケースループ中の上側のループが位置を読み取り、速度コマンドを出力している。左の Get

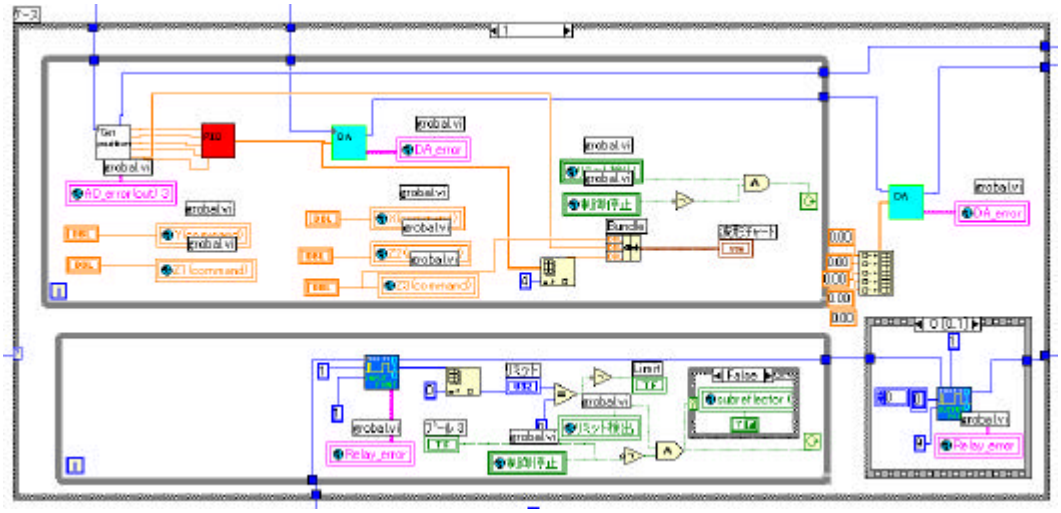


図６．９　ドライブ ON で実行される状態

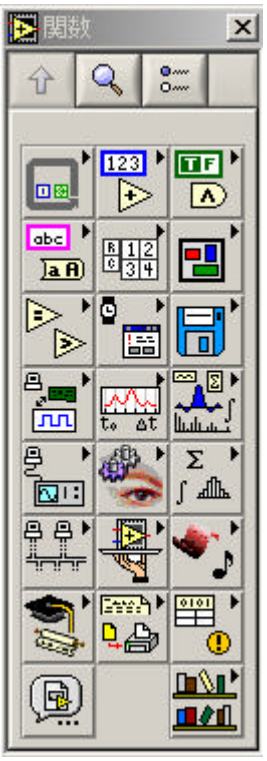
Position で副反射鏡の位置を読み取り、右側の PID へ渡す。PID の中では現在値とコマンド値を比較、速度コマンドを右側の DA へ渡す。DA では D/A ボードより速度コマンドに応じたアナログ電圧を出力して SDC (Sub-reflector Drive Cabinet)の中にある DCPA(Direct Current Power Amplifier)に与える。このようにプログラム自体がフローチャートに似たものになっている。

６．３ SCU ソフトの修正方法

SCU ソフトのプログラムを修正する方法を簡単に記述する。プログラム修正はブロックダイアグラムに VI を配置して配線することにより行う。

(1) プログラムを修正するときは、フロントパネルにある赤字の丸い停止ボタンを押してプログラムを停止させる。

(2) ウィンドウ＞ダイアグラムを表示（CTRL+E）でブロックダイアグラムの画面に変更する。そしてウィンドウ＞ツールパレットを表示（シフト＋右クリック）でツールパレットを表示する。ツールパレットからオブジェクトの位置決め／サイズ変更／選択　アイコンを選択する。



(3) ウィンドウ>関数パレットを表示（右クリック）　を選択して関数パレットを表示する。左下の VI を選択のアイコンをクリックする。VI を選択後、配置場所を決めてクリックして VI を配置する。ＣＲＬが作成した VI は E:¥labView¥正式版の中にある。インターフェイス社のボードのライブラリは C:¥Program Files¥Interface¥の下に各ボード別のディレクトリがあり、その中の Vi ディレクトリの中にある。

(4) ウィンドウ＞ツールパレットを表示（シフト＋右クリック）でツールパレットを表示する。ワイヤの接続のアイコン　をクリックして選択する。

(5) ワイヤアイコンを VI に合わせると端子が表示されるので始点でクリック、終点でクリックして配線することによりプログラムを行う。

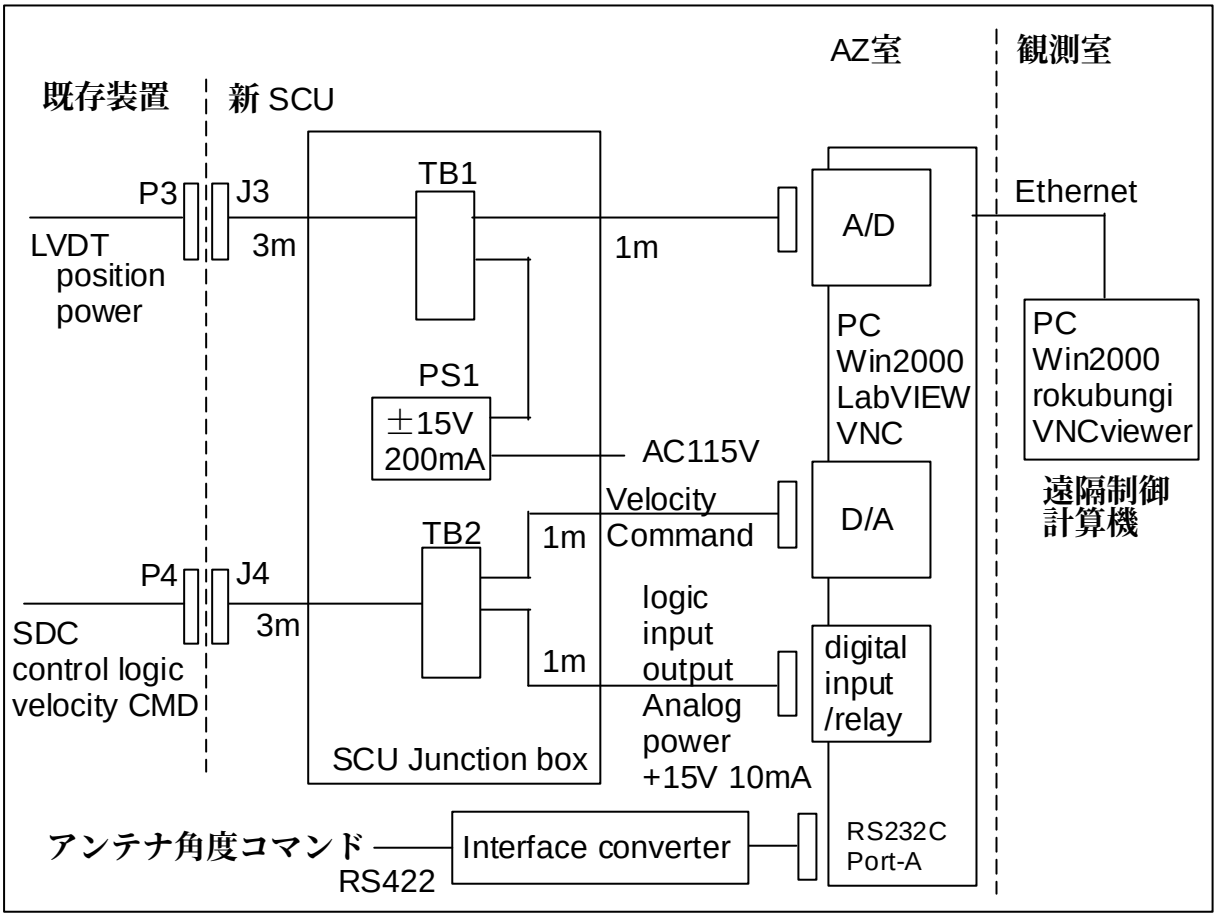
ノード（VI 等）に関するヘルプは、ヘルプ＞ヘルプを表示　でヘルプを表示する。そして、ノード（VI 等）にカーソルを合わせるとヘルプが表示される。

LabVIEW の詳細は小冊子の LabVIEW 入門、または LabVIEW のメニューから　ヘルプ＞オンラインリファレンスを表示　でオンラインリファレンスなどを参照のこと。

インターフェイス社のボードのヘルプはウインドウズのスタート＞プログラム＞Interface BPC-0501 等の中にある help または readme を参照のこと。Help の中の１２．３　関数一覧／関数個別説明　に関数を使用してボードにアクセスする方法が記述されている。

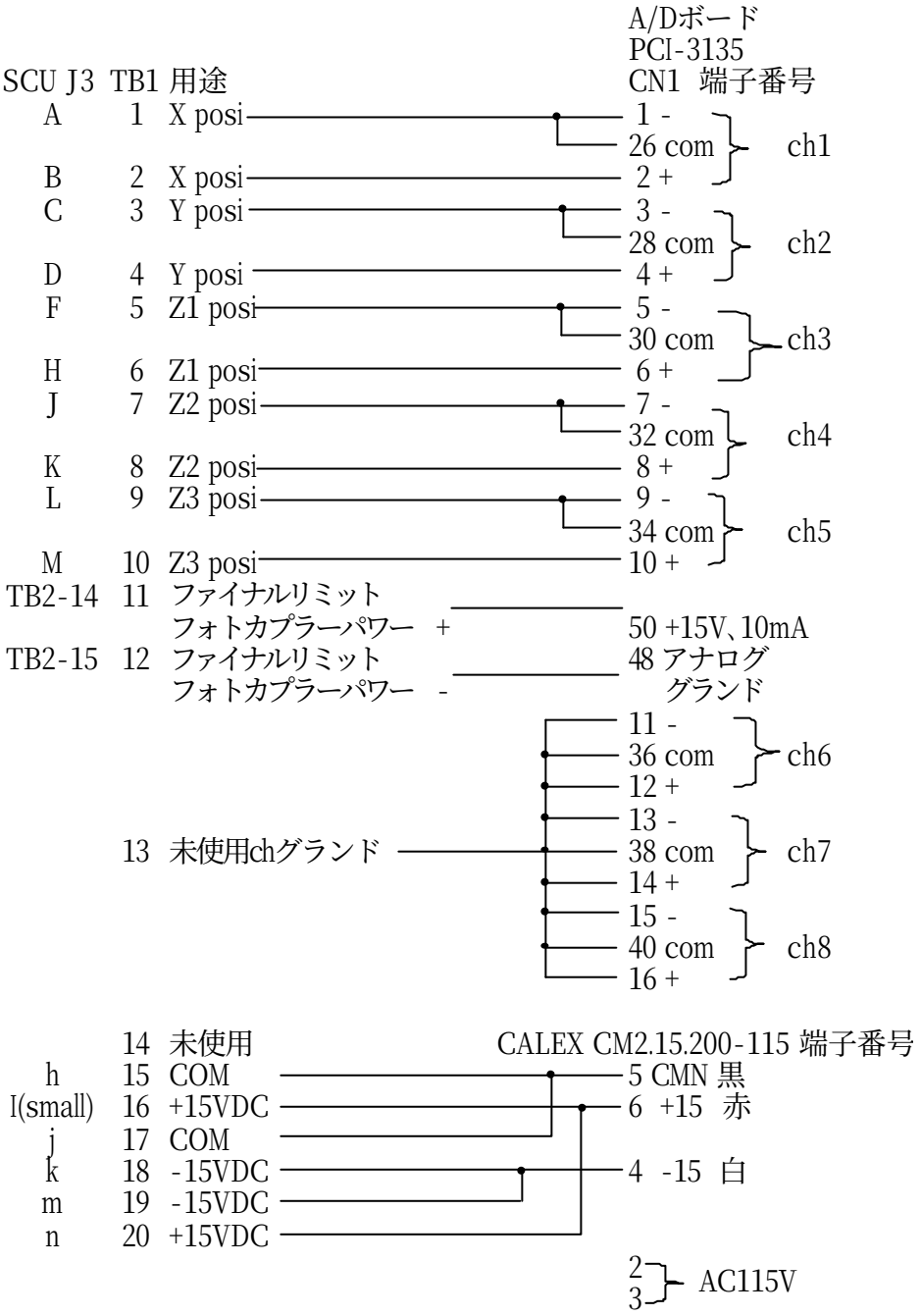
7．系統図・配線図

以下に SCU の系統図、SCU 内の端子盤の配線図、ケーブル配線図、コネクタのピン割り当て表を示す。



SCU 系統図

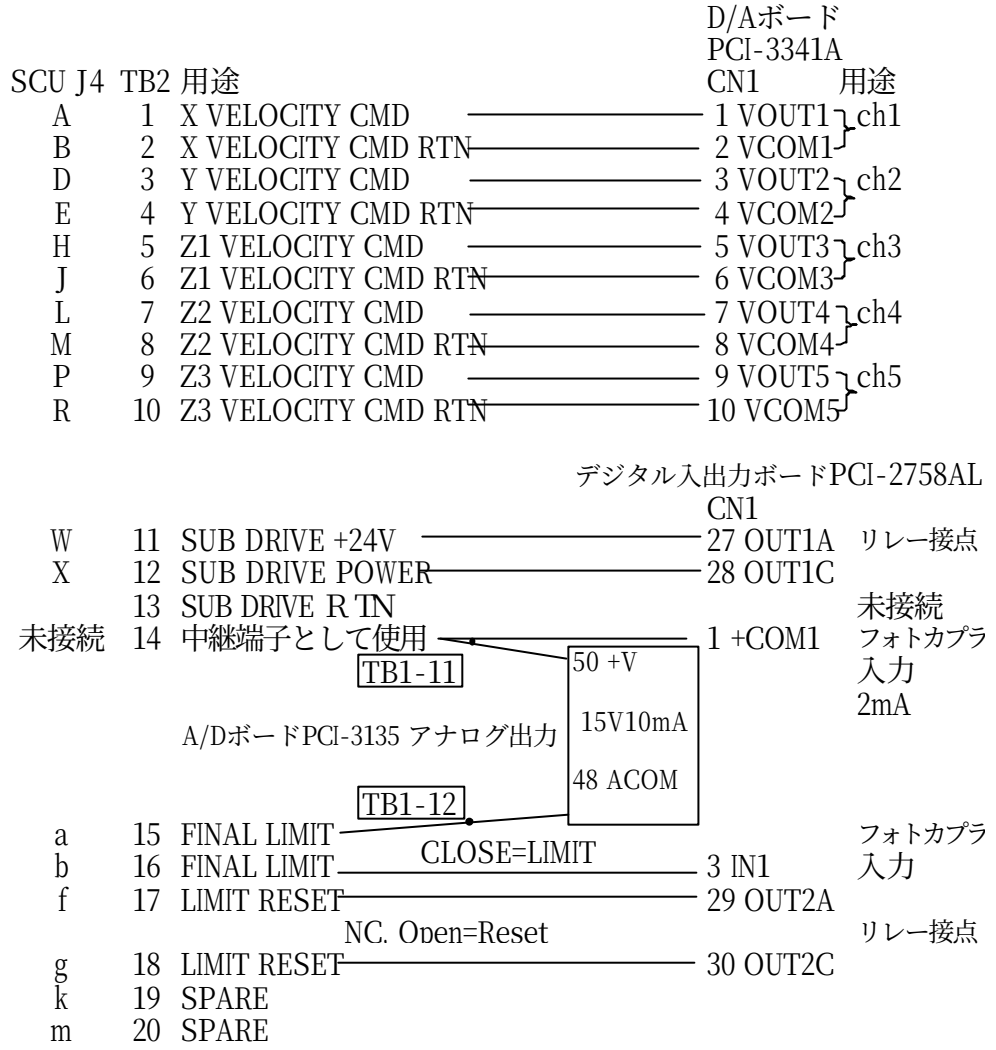
TB1 配線図



A/Dボードの未使用アナログ入力はグランドに接続すること。

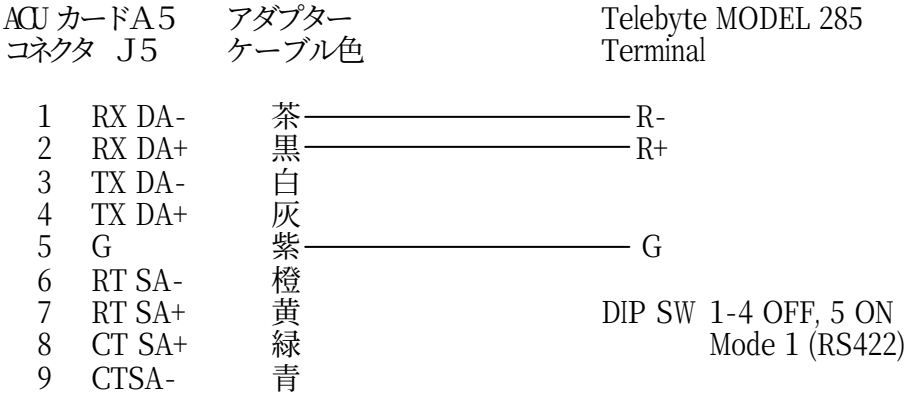
A/Dボード(PCI-3135)のコネクタの刻印は端子番号ではないので
必ずマニュアルを参照すること。

TB2 配線図



D/Aボード(PCI-3341A)、デジタル入出力ボード(PCI-2758AL)のコネクタの
刻印は端子番号ではないので必ずマニュアルを参照すること。

アンテナ角度コマンド分岐用ケーブル配線



SCU コネクタ J３

TM 08601

Table 9-17. SCU J3 Connector I/O
(SCU To Sub. J-Box)

Pin	Function
A	黄(赤.1) X POSITION
B	〃(黒.1) X POSITION
C	桃(赤.1) Y POSITION
D	〃(黒.1) Y POSITION
E	
F	橙(赤.2) Z1 POSITION
H	〃(黒.2) Z1 POSITION
J	灰(赤.2) Z2 POSITION
K	〃(黒.2) Z2 POSITION
L	白(赤.2) Z3 POSITION
M	〃(黒.2) Z3 POSITION
N	
P	
R	
S	
T	
U	
V	
W	
X	
Y	
Z	

オリジナルコネクタはGMCT34だが使用したものが
VMCT34のためピン割当番号が一部違う

SCU コネクタ Ｊ３のつづき

TM 08601

Table 9-17. SCU J3 Connector I/O (Continued)
(SCU To Sub. J-Box)

Pin	Function
aAA	
bBB	
cCC	
dDD	
eEE	
fFF	黄(赤2)
hHH	COM
jJJ	橙(赤1)
kKK	+15 VDC
LL	黄(黒2)
MM	COM
NN	橙(黒1)
	-15 VDC
	灰(赤1)
	-15 VDC
	灰(黒1)
	+15 VDC

スペア
白(赤1)
〃(黒1)
桃(赤2) ペア線は切断

LVDT POWER

ケーブル長は３ｍです
) をペアの線で接続してください。

コネクタはＧＭＣＴ３４Ｆ０Ｔ００Ｊ０同等のＶＭＣＴタイプ
固定ねじ付き、フード付き
MALE CONTACT　C=1.57mm **使用**
ワイヤは AWG28、**１６対　ツイストペア、シールド付き**

コネクタの規格は、９．カタログ品マニュアルを参照のこと。

SCU コネクタＪ４

TM 08601

Table 9-18. SCU J4 Connector I/O
(SCU to SDC)

Pin	Function
A	黄(赤1) X VELOCITY CMD
B	〃(黒1) X VELOCITY CMD RTN
C	
D	桃(赤1) Y VELOCITY CMD
E	〃(黒1) Y VELOCITY CMD RTN
F	
H	橙(赤2) Z1 VELOCITY CMD
J	〃(黒2) Z1 VELOCITY CMD RTN
K	
L	灰(赤2) Z2 VELOCITY CMD
M	〃(黒2) Z2 VELOCITY CMD RTN
N	
P	白(赤2) Z3 VELOCITY CMD
R	〃(黒2) Z3 VELOCITY CMD RTN
S	
T	
U	
V	
W	黄(赤2) SUB. DRIVE +24 V
X	〃(黒2) SUB. DRIVE POWER
Y	
Z	桃(赤2) SUB. DRIVE TRN

オリジナルコネクタはGMCT34だが使用したものが
VMCT34のためピン割当番号が一部違う

使用 17
予備 2
計 19

9-25

SCU コネクタＪ４のつづき

TM 08601

Table 9-18. SCU J4 Connector I/O (Continued)
(SCU to SDC)

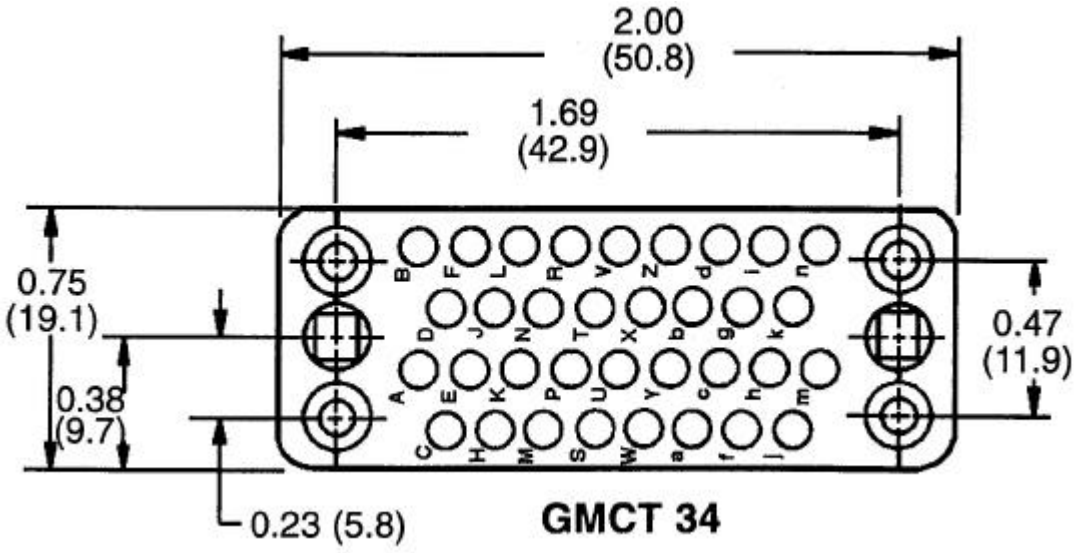
Pin	Function
AA a	橙（赤1） FINAL LIMIT
BB b	〃（黒1） FINAL LIMIT
CC c	
DD d	
EE e	灰（赤1） LIMIT RESET
FF f	〃（黒1） LIMIT RESET
HH h	
JJ j	
KK k	
LL l	白（赤1） SPARE
MM m	〃（黒1） SPARE
NN n	

ケーブル長は３ｍです
）をペアの線で接続してください

コネクタはＧＭＣＴ３４Ｆ０Ｔ００Ｊ０同等のＶＭＣＴタイプ
固定ねじ付き、フード付き
MALE CONTACT　C=1.57mm **使用**
ワイヤは AWG28**、１６対　ツイストペア、シールド付き**

コネクタの規格は、９．カタログ品マニュアルを参照のこと。

オリジナルコネクタGMCT３４のピン配置



8．付属品

コネクタ J3, J4 用工具

Contact Insertion tool　Part No. 9099、　Contact Extraction tool　Part No. 9081

9．カタログ品マニュアル

編集の都合上、別ファイルとなっている。